



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 13 822 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 42 13 822.1  
㉑ Anmeldetag: 27. 4. 92  
㉒ Offenlegungstag: 28. 10. 93

㉓ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 01 N 3/02**  
F 01 N 3/28  
B 01 D 46/00  
B 01 J 31/22  
B 01 J 23/72  
B 01 D 53/36  
// B 01 J 23/50, 23/26,  
23/34, 23/74

DE 42 13 822 A 1

㉔ Anmelder:  
Gyopar KFT, Budapest, HU

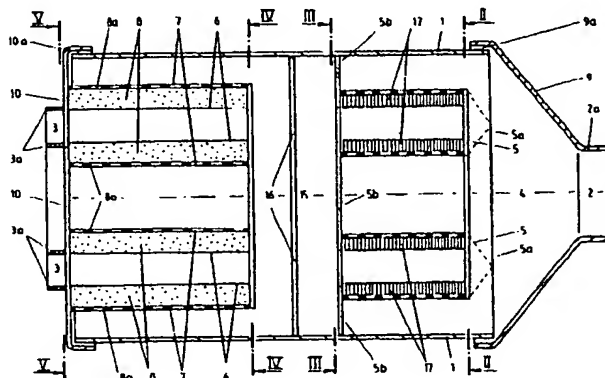
㉕ Vertreter:  
Koepe, G., Dipl.-Chem., Pat.-Anw., 81541 München

㉖ Zusatz zu: EP 911069078

㉗ Erfinder:  
Csernati, Balint, Budapest, HU

㉘ **Verbesserte Filtereinrichtung und Verfahren zur Abgasreinigung durch Filtration**

㉙ Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren mit einem Gehäuse 1 und in dem Gehäuse 1 angeordneten Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung und Filtration des Abgasstroms sowie ein Verfahren zur Reinigung von Abgasen aus Verbrennungsmotoren durch Filtration in einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren Gehäuse.



DE 42 13 822 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 93 308 043/417

18/52

## Beschreibung

Die vorliegende Anmeldung ist eine Zusatzanmeldung zu der in deutscher Sprache eingereichten Europäischen Patentanmeldung Nr. 91106 907.8, eingereicht beim Europäischen Patentamt am 28. April 1991. In der Europäischen Patentanmeldung ist die Bundesrepublik Deutschland als Vertragsstaat benannt.

Die Erfindung betrifft eine verbesserte Einrichtung zur Abgasreinigung, insbesondere zum effizienteren Reinigen der Abgase von Verbrennungsmotoren. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Reinigung von Abgasen. In diesem Verfahren wird besonderes Augenmerk, wenn auch nicht ausschließlicher Wert, auf die Reinigung von Abgasen von Verbrennungsmotoren, insbesondere von Verbrennungsmotoren für den Betrieb in Kraftfahrzeugen, gerichtet.

In der Europäischen Patentanmeldung 91 106 907.8 wird eine Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren im Bereich des Abgassystems zwischen Austritt der Abgase aus dem Verbrennungsraum und Ausströmen der Abgase in die Umgebung am Auspuff-Endrohr beansprucht. Die Einrichtung gemäß der Europäischen Patentanmeldung umfaßt eine Vorrichtung mit einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren, eine oder mehrere Einströmöffnung(en) und eine oder mehrere Ausströmöffnung(en) umfassenden Gehäuse und mit in dem Gehäuse angeordneten Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms von der/den Einströmöffnung(en) durch

- einen Expansionsraum, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) um ein Mehrfaches übersteigt,
- eine im äußeren Bereich mit einer Vielzahl von Löchern zum Durchströmen der Abgase versehene, im zentralen Bereich den Expansionsraum gegenüber dem übrigen Bereich des Gehäuses gasdicht abschließende Ringplatte,
- einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel, dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel, dessen Achse koaxial mit der des ersten Zylindermantels ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel aufweist, angeordneten Filtereinsatz, und
- danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) des Gehäuses in Richtung auf das Abgasstromabwärts gelegene Auspuffendrohr des Abgassystems.

Eine der wesentlichen Aufgaben der Erfindung, die der Europäischen Patentanmeldung Nr. 91 106 907.8 zugrundeliegt, war die Gewährleistung einer wirksamen Filtration von Verbrennungsgasen unter möglichst geringer Drosselung der Strömungsgeschwindigkeit der Verbrennungsgase. Dies war insbesondere im Hinblick auf die Verwendung der Filtereinrichtung bei der Filtration von Verbrennungsgasen aus Automotoren wichtig, um zu erreichen, daß mit der wirksamen Filtration eine möglichst geringe Verringerung der Motornutzleistung verbunden werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei wirksamer Filtration von Verbrennungsgasen zu einer weiteren Verringerung der Drosselung der Strömungsgeschwindigkeit der Abgase zu kommen. Dies wurde für wichtig angesehen, um eine Filtration

von Verbrennungsgasen auch bei Anfall großer Mengen von Abgasen sicherzustellen, wie sie nicht nur in Kraftwerken, sondern auch bei großvolumigen Verbrennungsmotoren, auch Kraftfahrzeugmotoren, auftreten. Zu berücksichtigen ist dabei, daß nicht alle Kraftfahrzeugmotoren bereits mit den nach neuesten technischen Erkenntnissen aufgebauten Abgasreinigungsanlagen ausgerüstet sind. Teilweise sind die bestehenden Einrichtungen für bestimmte Motortypen (Ottomotoren für verbleiten Kraftstoff; Dieselmotoren, Zweitaktmotoren) auch noch nicht zufriedenstellend.

Im Stand der Technik war außerdem häufig beanstandet worden, daß bei Durchsatz hoher Abgasmengen durch ein mit einem faserartigen oder partikulären Filtermaterial beschicktes Filter die Gefahr bestand, daß insbesondere kleinere Partikel des Filtermaterials durch einen starken Abgasstrom aus dem Filter herausgeblasen wurden. Neben dem Problem, daß diese Partikel unter Umständen gesundheitsschädlich waren, wurde damit die Filterpackung sukzessive gelockert, was die Filtrationswirkung auf die Dauer unannehmbar verringerte.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand also darin, eine Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen bereitzustellen, in der ein Austrag kleinerer Partikel des Filtermaterials durch den Abgasstrom nicht erfolgt und damit auch langfristig eine zufriedenstellende Filtrationswirkung des Filtermaterials sichergestellt werden kann.

Ein weiterer Nachteil des Standes der Technik war darin zu sehen, daß sich die Filterpackung insbesondere dann, wenn der Verbrennungsgase auslassende Motor nicht immer im optimalen Auslastungsbereich betrieben wurde, mit festen Abgasbestandteilen, beispielsweise Ruß, zusetzte. Im Ergebnis ließ nicht nur die Filtrationswirkung nach, sondern es war auch eine zunehmende Drosselung des Abgasstroms festzustellen. Diese reduzierte unerwünschterweise die Motorleistung zunehmend. In der Folge mußte das Filter häufiger gereinigt oder sogar ausgewechselt werden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand also darin, ein Filtermaterial bereitzustellen, dessen Komponenten einen Beitrag dazu leisten können, einer zunehmenden Verstopfung der Filterpackung, insbesondere mit festen Abgasbestandteilen, vorzubeugen.

Überraschend wurde nun gefunden, daß die obigen Aufgabenstellungen mit der erfindungsgemäßen verbesserten Filtereinrichtung und dem modifizierten Verfahren zur Abgasreinigung durch Filtration gelöst werden können.

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren gemäß dem Patentanspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen einer derartigen Einrichtung ergeben sich aus den auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren gemäß dem Patentanspruch 12. Bevorzugte Ausführungsformen einer derartigen Einrichtung ergeben sich aus den auf Anspruch 12 rückbezogenen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zur Reinigung von Abgasen aus Verbrennungsmotoren durch Filtration gemäß den Patentansprüchen 20 und 21. Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens sind den auf die Ansprüche 20 und 21 rückbezogenen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung zu

entnehmen.

Unter Abgasen von Verbrennungsmotoren werden in der vorliegenden Anmeldung, wie auch in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 91 106 907.8, Abgase von Verbrennungsmotoren verstanden, wie sie in Kraftfahrzeugen betrieben werden. Als Beispiele werden Ottomotoren (Zwei- oder Viertaktmotoren) mit beliebigen Kraftstoffen oder Kraftstoffgemischen einschließlich Hybridmotoren und Dieselmotoren (Zwei- oder Viertaktmotoren) genannt. Grundsätzlich eignet sich die erfindungsgemäße Filtereinrichtung jedoch auch für die Filtration anderer Abgase, auch wenn sie nachfolgend unter besonderer Bezugnahme auf die Filtration von Abgasen von Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren beschrieben wird. Die vielseitige Verwendbarkeit der Einrichtung ist einer ihrer Vorteile gegenüber dem Stand der Technik.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 als eine Ausführungsform der Erfindung eine bevorzugte Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen im Längsschnitt;

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Einrichtung gemäß Fig. 1 an der mit "II" bezeichneten Stelle;

Fig. 3 einen Querschnitt durch die Einrichtung gemäß Fig. 1 an der mit "III" bezeichneten Stelle;

Fig. 4 einen Querschnitt durch die Einrichtung gemäß Fig. 1 an der mit "IV" bezeichneten Stelle;

Fig. 5 einen Querschnitt durch die Einrichtung gemäß Fig. 1 an der mit "V" bezeichneten Stelle;

Fig. 6 die Einrichtung gemäß Fig. 1, in die die Gasströme beim Betrieb eingezeichnet wurden;

Fig. 7 als eine weitere Ausführungsform der Erfindung eine weitere bevorzugte Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen im Längsschnitt; und

Fig. 8 als eine weitere Ausführungsform der Erfindung eine dritte bevorzugte Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen im Längsschnitt.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren kann an beliebiger Stelle im Bereich des Abgassystems eines Kraftfahrzeugs zwischen dem Punkt, an dem die Abgase aus dem Verbrennungsraum austreten, und dem Punkt, an dem die Abgase am Auspuff-Endrohr in die Umgebung ausströmen, eingebaut werden. Sie ist darin — wie auch die Einrichtung gemäß der oben genannten Europäischen Patentanmeldung — vergleichbaren Einrichtungen des Standes der Technik überlegen. Erfindungsgemäß ist es bevorzugt, daß die Filtereinrichtung im sogenannten Auspufftopf eingebaut ist. Es sind jedoch auch andere Bereiche des Abgassystems für den Einbau geeignet.

Die Filtereinrichtung gemäß der Erfindung umfaßt ein Gehäuse 1, das eine oder mehrere Einströmöffnung(en) 2 und eine oder mehrere Ausströmöffnung(en) 3 aufweist. Diese sind mit dem Fachmann an sich bekannten Mitteln mit den Abgase zuführenden Teilen 2a und den Abgase abführenden Teilen 3a des Abgassystems verbindbar ausgestaltet und werden zum Betrieb der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung mit diesem lösbar verbunden.

In dem Gehäuse 1 der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung finden sich bzw. sind angeordnet Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms von der/den Einströmöffnung(en) 2 durch

— einen Expansionsraum 4, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) 2

um ein Mehrfaches übersteigt,

— mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel 6, dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse 1a ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel 7, dessen Achse koaxial mit der des ersten Zylindermantels 6 ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel 6 aufweist, angeordneten Filtereinsatz 8, und

— danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) 3 des Gehäuses 1 in Richtung auf das Abgasstromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist die Filtereinrichtung im Bereich des Expansionsraums 4 eine oder mehrere Filtereinheit(en) 17 zur Filtration der Abgase auf, die nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) 17 in einen zweiten Expansionsraum 15 strömen, von wo aus sie zu dem zwischen dem ersten perforierten Zylindermantel 6 und dem zweiten perforierten Zylindermantel 7 angeordneten mindestens einen Filtereinsatz 8 gelangen.

Die äußere Form des Gehäuses 1 ist als solche nicht kritisch. Sie kann bevorzugt zylindrisch sein. Es ist jedoch auch eine quaderartige Form möglich. Genauso können mehrere der genannten geometrischen Formen nebeneinander zu einer Anordnung von mehreren miteinander verbundenen Filtereinrichtungen parallel oder in Serie gekoppelt sein. Dies wird sich gerade bei Verbrennungsmotoren mit hoher Abgasmenge empfehlen.

Das Gehäuse der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung kann in einer bevorzugten Ausführungsform beispielsweise aus einem äußeren Zylindermantel mit einem demontierbaren Deckel 9 mit der/den Einströmöffnung(en) 2 und einem demontierbaren Boden 10 mit der/den Ausströmöffnung(en) 3 bestehen. Deckel 9 und Boden 10 sind mit lösbaren Fixierungsvorrichtungen 9a für den Deckel bzw. lösbaren Fixierungsvorrichtungen 10a für den Boden an dem äußeren Zylindermantel befestigt. Diese Anordnung erleichtert wesentlich das Auswechseln oder Kontrollieren der Filtereinheit(en) 17 und des Filtereinsatzes bzw. der Filtereinsätze 8.

Der Expansionsraum 4 kann in einer bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung mittels einer Ringplatte 5 vom übrigen Teil des Gehäuses 1 insoweit abgedichtet sein, daß ein Gasstrom nur über die Filtereinheiten 17 in den restlichen Bereich des Gehäuses möglich ist. Die Ringplatte 5 schirmt damit in erster Linie die in Stromrichtung vor den Filtereinheiten 17 gelegenen Bereiche gasdicht gegen den Rest des Gehäuses ab (Fig. 2). In Höhe des Bereichs, der hinter den Filtereinheiten 17 liegt, schirmt eine zweite Ringplatte 5b den Expansionsraum 4 vom restlichen Teil des Gehäuses gasdicht ab (Fig. 3). Die Anordnung der beiden Ringplatten 5, 5b ist derart, daß ein Abgasstrom von dem Expansionsraum 4 in den zweiten Expansionsraum 15 nur über die Filtereinheit(en) 17 erfolgen kann.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung sind im Expansionsraum 4 vor der/den Filtereinheit(en) 17 Vorrichtungen 5a zur Leitung des Abgasstroms angeordnet. Diese weisen den Vorteil auf, daß sie eine gleichmäßige Verteilung des Abgasstroms für das Anströmen der Filtereinheit(en) 17 gewährleisten. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform bestehen die Vorrichtungen 5a zur Leitung des Abgasstroms aus einer Ringplatte 5' auf der gegebenenfalls kegelringförmige Stromteiler 5a aufgesetzt sind, wobei die Kegelringspitze entgegen der

Anströmrichtung des Abgasstroms weist (Fig. 2).

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es möglich, daß die Ringplatte 5 den Expansionsraum 4 gegen den Bereich vollständig abdeckt, in dem die Filtereinheiten 17 angeströmt werden. In diesem Fall kann die Ringplatte 5 im äußeren, zwischen dem Gehäuse 1 und dem inneren Teil der Ringplatte 5 liegenden Bereich Durchbrechungen oder Löcher aufweisen, durch die die Abgase strömen, um die Filtereinheiten 17 anzuströmen. Durch diese Durchbrechungen oder Löcher können die Abgase aus dem Expansionsraum 4 in den Bereich der Anströmung der Filtereinheit(en) 17 strömen. Die Form der Durchbrechungen oder Löcher in der Ringplatte 5 ist nicht kritisch; sie sollten jedoch ausreichend groß sein, um nicht zu einer wesentlichen Drosselung des Abgasstroms Anlaß zu geben.

Die Filtereinheit(en) 17 können aus einem beliebigen Material bestehen, das eine Filtration der Abgase zum Zwecke der Abtrennung fester Abgasbestandteile aus dem Abgasstrom und Nachverbrennung nicht vollständig oxidierter Abgasbestandteile erlaubt. Bevorzugt besteht bzw. bestehen die Filtereinheit(en) 17 aus einem feinporigen Material mit einer Hitzebeständigkeit, die den Kontakt mit den relativ heißen Verbrennungsgasen erlaubt. Das Material ist also nach dem Fachmann bekannten Kriterien so auszuwählen, daß die erforderliche Hitzebeständigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur der jeweils anfallenden Verbrennungsgase gegeben ist.

Bei Betrieb der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung im Abgassystem von Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen bestehen die Filtereinheiten 17 bevorzugt aus einem gebrannten anorganischen Oxidmaterial, besonders aus der Gruppe der keramischen Werkstoffe, besonders bevorzugt aus der Gruppe gebrannter Keramikmaterialien. In der Praxis besonders bewährt haben sich oxidische Materialien, die  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{ZrO}_2$  enthalten oder aus einer oder mehreren von diesen Verbindungen bestehen. Bei Faserstoffen haben die Fasern bevorzugt eine Länge zwischen 2 und 50 mm und einen Durchmesser im Bereich von 5 bis 40  $\mu\text{m}$ .

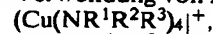
Mit Vorteil lassen sich die oxidischen Materialien in Form von Platten, Scheiben, gestanzten oder geschnittenen Formkörpern geeigneter Dicke und gegebenenfalls mit rundem Querschnitt verwenden, in denen die Fasern parallel zur größten Körperoberfläche ausgerichtet sind, bei Platten oder Scheiben also senkrecht zu einer der kleinen Seitenflächen. Es ergibt sich also eine Ausrichtung der Fasern parallel zur Durchströmrichtung der Abgase bei Betrieb der erfindungsgemäßen Einrichtung.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform liegen die Fasern des Materials der Filtereinheit(en) 17 in Form eines oder mehrerer Stapel(s) ringförmiger Platten vor, deren Außendurchmesser dem Innendurchmesser des die Filtereinheit(en) 17 haltenden gasdurchlässigen Zylinders einpaßgenau entspricht und dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des die Filtereinheit(en) haltenden gasdurchlässigen Innenzylinders einpaßgenau entspricht. Dabei sind zwischen den einzelnen ringförmigen Platten des/der Stapel(s), die die Fasern parallel zur Durchströmrichtung der Gase enthalten, keine Lücken vorhanden, die einen Durchtritt nicht filtrierter Abgase erlauben würden. Dies ist natürlicherweise unerwünscht, da hierdurch die Effizienz der Filtration deutlich erniedrigt würde, da Abgase die Filtereinheit(en) 17 passieren könnten, die nicht durch die

Filtereinheit geströmt sind und daher die zu entfernen den Bestandteile noch ganz oder teilweise enthielten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die oxidischen Materialien der Filtereinheit(en) 17 mit einem in der Oxidation von Kohlenwasserstoffen, Kohlenstoff und/oder partiell oxidierten Kohlenstoffverbindungen katalytisch aktiven Material beaufschlagt. Nach den überraschenden Ergebnissen der Versuche, die zu der vorliegenden Erfindung führten, eignen sich hierfür Kupfer und/oder Silber und/oder Cobalt und/oder Chrom und/oder Mangan und/oder deren Verbindungen neben anderen, weniger gute Ergebnisse liefernden Metallen am besten.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden in Wasser oder wäßrigen Lösungsmitteln mehr oder weniger gut lösliche Salze der genannten Metalle vorgesehen. Wäßrige Lösungsmittel sind Mischungen von Wasser mit protischen organischen Lösungsmitteln, vorzugsweise Alkoholen mit 1 bis 4 C-Atomen, besonders mit Ethanol, oder auch mit Aminen und/oder Ethern. In den Salzen kann die Löslichkeit in den genannten Lösungsmitteln oder Lösungsmittelmischungen beispielsweise durch Komplexbildung verbessert sein. So sind erfindungsgemäß mit Ammoniak oder mit organischen Aminen komplexierte Kupfersalze besonders gut geeignet. Mit Vorteil wird beispielsweise das Kupfertetrammin-Kation  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^+$  als Kation der erfindungsgemäß eingesetzten Salze verwendet. Vorteilhaft ist jedoch auch die Verwendung von Kupfersalzen der Formel



worin  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  gleich oder verschieden sein können und unabhängig voneinander für Wasserstoff, Alkylgruppen mit 1 bis 6 C-Atomen oder Hydroxyalkylengruppen mit 1 bis 4 C-Atomen im Alkylrest stehen oder wenigstens zwei der Reste  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  zu einem gesättigten oder ungesättigten heterocyclischen Ringssystem verbunden sind. Gleichfalls ist es möglich, daß zwei Stickstoffatome je zwei Substituenten  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  tragen und über eine beide Stickstoffatome verbrückende Alkylengruppe



verbunden sind, worin  $\text{R}^4$  für Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 oder 2 C-Atomen oder eine Hydroxygruppe steht und n eine ganze Zahl im Bereich zwischen 1 und 3 ist. Als Komplexbildner für das Kupferion können in einem Komplex auch unterschiedliche Amin-Liganden zugegen sein.

Beispiele für geeignete Komplexe sind Kupfertetrammin-Salze, Kupfer-tetrakis-(monoethylamin)-salze, Kupfer-tetrakis-(diethylamin)-salze, Kupfer-tetrakis(monooethanolamin)-salze, Kupfer-bis(ethylendiamin)-salze, Kupfer-bis(tetramethylethyldiamin)-salze sowie entsprechende Salze, in denen gemischte Amin-Liganden zugegen sind. In den mit Vorteil verwendeten Verbindungen sind die anionischen Salzpartner gleichfalls Komplexionen, beispielsweise Borationen, Phosphationen, etc. Besonders bevorzugt wird Kupfertetramminborat.

Die genannten Salze können auf beliebigem, dem Fachmann bekannten Weg auf die keramischen Materialien aufgebracht werden. Beispielsweise werden aus Platten der faserhaltigen Materialien kreisförmige Ringe geschnitten oder gestanzt, die den entsprechenden Einrichtungen der Filter in ihrem so Durchmesser angepaßt sind, daß die Ringe später die Filterbehälter in Stapeln vollständig ausfüllen. Dabei werden die Ringe so geschnitten oder gestanzt, daß der Faserverlauf senk-

recht zur schmalen Außenseite der Ringe und in Richtung auf das Ringinnere, d. h. parallel zur späteren Durchströmrichtung der Abgase, ist. Die Ringe werden anschließend mit einer wäßrigen oder wäßrig-alkoholischen Lösung der genannten Salze getränkt, beispielsweise mit einer wäßrig-alkoholischen (50/50 v/v) Lösung von Kupfertetramminborat. Danach werden die imprägnierten Ringe gegebenenfalls bei geringfügig erhöhten Temperaturen getrocknet und anschließend in die Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen eingebaut. Gleichmaßen ist es möglich, die Ringe nach dem Schneiden oder Ausstanzen zuerst in den für die Filtration vorgesehenen zweiten Zylindermantel einzubauen und die Imprägnierung und Trocknung danach vorzusehen oder jede beliebige andere Vorgehensweise vorzusehen, solange eine vollständige Imprägnierung der Filtermedien mit dem katalytisch wirksamen Material in ausreichender Weise sichergestellt werden kann. Variationen der Zusammensetzung der Lösungsmittel und der Konzentrationen der Salze sind nach fachmännischer Einschätzung in weiten Bereichen möglich, ohne daß der Bereich der Erfindung hierdurch verlassen wird.

Durch die erfindungsgemäßen Filtermaterialien, insbesondere die Filtermaterialien mit auf der Oberfläche auftragneigten Kupfer- und/oder Mangan- und/oder Silbersalzen, werden Raten der Oxidation von unverbrannten oder unvollständig verbrannten Kohlenwasserstoffen oder von Ruß erzielt, die die gängigen Normen aller Industrieländer erfüllen. Insbesondere wird der bei Kaltstart in großen Mengen anfallende Schadstoffanteil, insbesondere Ruß und CO, aber auch NO<sub>x</sub>, überraschenderweise merklich reduziert. Anfangs niedergeschlagener Ruß wird später bei Anstieg der Abgastemperaturen rückstandslos zu CO<sub>2</sub> verbrannt. So wird ein Zusetzen der Filter verhindert. CO wird vollständig zu CO<sub>2</sub> verbrannt und tritt nicht in die Umwelt aus.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung ist im Anschluß an die Filtereinheit(en) 17 ein zweiter Expansionsraum 15 angeordnet, den die Gase nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) 17 anströmen. Bevorzugterweise sind im zweiten Expansionsraum 15 Stromteiler 16 angeordnet, um eine Verteilung des Abgasstroms auf die Zuströmung zum Filtereinsatz 8 zu bewirken. Vorteilhaft ist eine Anordnung der Stromteiler 16 quer zur Strömungsrichtung der Gase. Mit dieser Anordnung wird erreicht, daß eine gleichmäßige Verteilung des Abgasstroms für das Weiterströmen stattfindet. Die Form der Stromteiler ist als solche nicht kritisch, solange sie eine gleichmäßige Verteilung des Abgasstroms gewährleisten. In der in Fig. 1 gezeigten, besonders bevorzugten Ausführungsform besteht der Stromteiler aus einem im rechten Winkel zur Gehäusewand in Abgasstromrichtung nach den Filtereinsätzen 17 angeordneten Ring mit einer zentralen Öffnung. Die Abgase strömen vorteilhafterweise durch die zentrale Öffnung und werden durch den Anströmdruck gleichmäßig auf den/die Abgasstromabwärts angeordnete(n) Filtereinsatz 8 verteilt. Auch im Falle dieses Stromteilers ist in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Platte vorgesehen, die im zentralen Bereich geeignet große Bohrungen oder Löcher aufweist, durch die die Abgase in den Bereich der Filtereinsätze 8 strömen können. Die Form der Bohrungen oder Löcher ist als solche nicht kritisch, solange sie nicht zu einer wesentlichen Drosselung des Abgasstroms führt.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung sind mehrere Fil-

tereinsätze 8, bevorzugt beispielsweise zwei Filtereinsätze, vor der bzw. den Ausströmöffnung(en) 3 angeordnet. In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist jedoch der Einfachheit halber nur ein Filtereinsatz 8 vor der Ausströmöffnung 3 angeordnet.

Die Filtereinsätze erstrecken sich zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel 6, dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel 7, dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse und koaxial zur Achse des ersten Zylindermantels 6 ist. Der zweite Zylindermantel 7 hat einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel 6, so daß sich zwischen den beiden Zylindermänteln 6, 7 ein im Querschnitt ringförmiger Raum ergibt, in dem der Filtereinsatz 8 angeordnet ist. Dessen Dicke ist an sich nicht kritisch; er muß jedoch so dick sein, daß eine ausreichende Filterung der Abgase ohne wesentliche Drosselung der Abgase erreicht wird. Praktischerweise liegt die Dicke im Bereich zwischen 10 und 25 mm, besonders bevorzugt bei 15 bis 20 mm, ist jedoch nicht auf diesen Bereich beschränkt. In diesem Bereich werden jedoch die besten Filtrationsergebnisse erzielt.

Anstelle der beiden perforierten Zylindermäntel 6, 7 können auch Gewebe oder Netze aus Draht verwendet werden, um dem Filtereinsatzmaterial 8 den notwendigen mechanischen Halt zu geben.

Der Filtereinsatz bzw. die Filtereinsätze 8 kann/können aus einem locker gepackten Faservlies bestehen, in dem die watteartig ungeordneten Fasern in der Regel unterschiedliche Längen haben und gegen erhöhte Temperaturen stabil sein müssen, um nicht zu einer Masse zusammenzubacken oder zusammenzuschmelzen, die dann eine Drosselung des Abgasstroms und damit eine Verringerung der Motorleistung hervorrufen würde. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht jeder Filtereinsatz 8 jedoch aus hitzebeständigen Aluminiumoxidfasern, Siliciumoxidfasern, Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern, Keramikfasern, Glasfasern, Cellulosefasern und deren Mischungen. Es können jedoch auch Mischungen der genannten Fasern mit anderen geeigneten hitzebeständigen Fasern oder auch Fasern verwendet werden, die mit einer hitzebeständigen Schicht aus einem der oben genannten Materialien überzogen sind. Die Faserdurchmesser liegen in einer besonders bevorzugten Ausführungsform bei 3 bis 50 µm, am meisten bevorzugt bei 3 bis 10 µm. Dünnere Fasern werden aufgrund ihrer gesundheitsgefährdenden Eigenschaften nicht verwendet.

Für die Fasern der Filtereinsätze 8 werden die oben bereits im Zusammenhang mit den Filtereinheiten 17 verwendeten Materialien in der genannten Form eines oder mehrerer Stapel(s) ringförmiger Platten eingesetzt, wobei der Außendurchmesser der Platten dem Innendurchmesser des zweiten Zylindermantels 7 und der Innendurchmesser der Platten dem Außendurchmesser des ersten Zylindermantels 6 einpaßgenau entspricht. Zwischen den ringförmigen Platten des/der Stapel(s) dürfen keinesfalls Lücken vorhanden sein, die einen Durchtritt nicht filtrierter Gase erlauben würden.

Vielmehr sind die Ringplatten-Stapel dicht und lückenlos gepackt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung werden die oxidischen Materialien des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze 8 mit einem in der Oxidation von Kohlenwasserstoffen, Kohlenstoff und/oder partiell oxidierten Kohlenstoffverbindungen katalytisch aktiven Material beaufschlagt. Nach den überraschenden Ergebnissen der Versuche, die zu



der vorliegenden Erfindung führten, eignen sich hierfür Kupfer und/oder Silber und/oder Cobalt und/oder Chrom und/oder Mangan und/oder deren Verbindungen neben anderen, weniger gute Ergebnisse liefernden Metallen am besten.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden in Wasser oder wäßrigen Lösungsmitteln mehr oder weniger gut lösliche Salze der genannten Metalle vorgesehen. Wäßrige Lösungsmittel sind Mischungen von Wasser mit protischen organischen Lösungsmitteln, vorzugsweise Alkoholen mit 1 bis 4 C-Atomen, besonders mit Ethanol, oder auch mit Aminen und/oder Ethern. In den Salzen kann die Löslichkeit in den genannten Lösungsmitteln oder Lösungsmittelmischungen beispielsweise durch Komplexbildung verbessert sein. So sind erfindungsgemäß mit Ammoniak oder mit organischen Aminen komplexierte Kupfersalze besonders gut geeignet. Mit Vorteil wird beispielsweise das Kupfertetrammin-Kation  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^+$  als Kation der erfindungsgemäß eingesetzten Salze verwendet. Vorteilhaft ist jedoch auch die Verwendung von Kupfersalzen der Formel  $(\text{Cu}(\text{NR}^1\text{R}^2\text{R}^3)_4)^+$ , worin  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  gleich oder verschieden sein können und unabhängig voneinander für Wasserstoff, Alkylgruppen mit 1 bis 6 C-Atomen oder Hydroxyalkylgruppen mit 1 bis 4 C-Atomen im Alkylrest stehen oder wenigstens zwei der Reste  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  zu einem gesättigten oder ungesättigten heterocyclischen Ringsystem verbunden sind. Gleichfalls ist es möglich, daß zwei Stickstoffatome je zwei Substituenten  $\text{R}^1$ ,  $\text{R}^2$  und  $\text{R}^3$  tragen und über eine beide Stickstoffatome verbrückende Alkylengruppe  $(\text{CHR}^4)_n$  verbunden sind, worin  $\text{R}^4$  für Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 oder 2 C-Atomen oder eine Hydroxygruppe steht und n eine ganze Zahl im Bereich zwischen 1 und 3 ist. Als Komplexbildner für das Kupferion können in einem Komplex auch unterschiedliche Amin-Liganden zugegen sein.

Beispiele für geeignete Komplexe sind Kupfertetrammin-Salze, Kupfer-tetrakis-(monoethylamin)-salze, Kupfer-tetrakis-(diethylamin)-salze, Kupfer-tetrakis(monoethanolamin)-salze, Kupfer-bis(ethylendiamin)-salze, Kupfer-bis(tetramethylethyldiamin)-salze sowie entsprechende Salze, in denen gemischte Amin-Liganden zugegen sind. In den mit Vorteil verwendeten Verbindungen sind die anionischen Salzpartner gleichfalls Komplexionen, beispielsweise Borationen, Phosphationen, etc. Besonders bevorzugt wird Kupfertetramminborat.

Die genannten Salze können auf beliebigem, dem Fachmann bekannten Weg auf die keramischen Materialien aufgebracht werden. Beispielsweise werden aus Platten der faserhaltigen Materialien kreisförmige Ringe geschnitten oder gestanzt, die den entsprechenden Einrichtungen der Filter in ihrem so Durchmesser angepaßt sind, daß die Ringe später die Filterbehälter in Stapeln vollständig ausfüllen. Dabei werden die Ringe so geschnitten oder gestanzt, daß der Faserverlauf senkrecht zur schmalen Außenseite der Ringe und in Richtung auf das Ringinnere, d. h. parallel zur späteren Durchströmrichtung der Abgase, ist. Die Ringe werden anschließend mit einer wäßrigen oder wäßrig-alkoholischen Lösung der genannten Salze getränkt, beispielsweise mit einer wäßrig-alkoholischen (50/50 v/v) Lösung von Kupfertetramminborat. Danach werden die imprägnierten Ringe gegebenenfalls bei geringfügig er-

höhten Temperaturen getrocknet und anschließend in die Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen eingebaut. Gleichmaßen ist es möglich, die Ringe nach dem Schneiden oder Ausstanzen zuerst in den für die Filtration vorgesehenen zweiten Zylindermantel einzubauen und die Imprägnierung und Trocknung danach vorzusehen oder jede beliebige andere Vorgehensweise vorzusehen, solange eine vollständige Imprägnierung der Filtermedien mit dem katalytisch wirksamen Material in ausreichender Weise sichergestellt werden kann. Variationen der Zusammensetzung der Lösungsmittel und der Konzentrationen der Salze sind nach fachmännischer Einschätzung in weiten Bereichen möglich, ohne daß der Bereich der Erfindung hierdurch verlassen wird.

Die Stoffe, mit denen das Material des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze 8 beaufschlagt ist, können jedoch auch andere Funktionen, beispielsweise absorbierende Funktionen haben. Geeignete Absorbentien sind beispielsweise Aktivkohlen, die in einer mehr oder weniger dünnen Schicht/Schüttung auf die Materialien des Filtereinsatzes aufgebracht wird.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung können die Netze oder Gewebe aus Draht, die anstelle der Zylindermäntel 6, 7 dem Filtereinsatz 8 mechanischen Halt geben, mit einem Katalysatormaterial beschichtet sein, das die oben beschriebenen Reaktionen katalysiert.

Alternativ dazu entspricht es einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, derartige Substanzen an anderer Stelle im Abgasstrom, sowohl innerhalb der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung als auch davor oder dahinter im Abgasstrom, anzuordnen oder aufzubringen. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird ein herkömmlicher geregelter Katalysator mit einer Filtereinrichtung gemäß der Erfindung kombiniert, was zu einer besonders umweltverträglichen Abgasreinigung durch Katalyse und damit kombinierte Filtration der Abgase führt. Diese Ausführungsform der Erfindung führt in der Praxis zu überraschenden Ergebnissen insofern, als selbst strengste Normen der Abgaswerte erfüllt werden.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung ist darin zu sehen, daß in Abgasstromrichtung vor jedem Filtereinsatz 8 eine Vorrichtung 8a zum Schutz des Filterguts vor einströmenden Feststoff-Anteilen des Abgases angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, daß solche die Filtermaterialien selbst nicht erreichen und folglich nicht verstopfen können. Die Vorrichtungen 8a zum Schutz des Filterguts können aus jedem für diesen Zweck geeigneten Material bestehen.

Gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Einrichtung, wie sie alternativ in den Fig. 7 und 8 gezeigt ist, betrifft die Erfindung eine Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren im Bereich des Abgassystems zwischen Austritt der Abgase aus dem Verbrennungsraum und Ausströmen in die Umgebung am Auspuff-Endrohr, welche ein in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbares, eine oder mehrere Einstromöffnung(en) 2 und einer oder mehrere Ausströmöffnung(en) 3 umfassendes Gehäuse 1 und in dem Gehäuse 1 angeordnete Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms von der/den Einstromöffnung(en) 2 durch

— einen Expansionsraum 4, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einstromöffnung(en) 2

um ein Mehrfaches übersteigt,

— mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel 6, dessen Achse coaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel 7, dessen Achse coaxial mit der des ersten Zylindermantels 6 ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel 6 aufweist, angeordneten Filtereinsatz 8, und  
 — danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) 3 des Gehäuses 1 in Richtung auf das Abgas-stromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems umfaßt,

wobei das Material des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze 8 hitzebeständige Aluminiumoxidfasern, Siliciumoxidfasern, Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern, Keramikfasern, Cellulosefasern, Glasfasern und deren Mischungen oder Mischungen der genannten Fasern mit anderen hitzebeständigen Fasern umfaßt.

Die bevorzugte Form der Fasermaterialien und die genaue mögliche Anordnung der Fasern in den Filtrationsmaterialien, wie auch die Beaufschlagung der Fasermaterialien mit bestimmten Katalysatoren, bevorzugt Kupferkatalysatoren, wurde bereits oben im Zusammenhang mit den anderen bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, insbesondere im Zusammenhang mit den Filtereinsätzen 8 und den Filtereinheiten 17 erläutert. Auf eine Wiederholung wird daher hier verzichtet, wobei in den besonders bevorzugten Ausführungsformen gemäß den Fig. 7 und 8 genau die Materialien und Formen zur Anwendung kommen, die auch oben als bevorzugt genannt wurden.

Am Ausgang der erfindungsgemäßen Filtereinrichtungen treten die filtrierten Abgase durch eine oder mehrere Ausströmöffnung(en) 3 in das abführende Abgassystem oder auch in ein Abschlußrohr, das die Abgase ins Freie führt. Die Ausströmöffnung(en) 3 kann/können jeden beliebigen, dem Fachmann für diesen Zweck geeigneten Durchmesser aufweisen. Erfindungsgemäß weisen sie bevorzugt einen runden oder ovalen Durchmesser auf, ohne daß die Erfindung hierauf beschränkt ist.

In dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Reinigung von Abgasen, insbesondere aus Verbrennungsmotoren, durch Filtration in einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren, eine oder mehrere Einströmöffnung(en) 2 und eine oder mehrere Ausströmöffnung(en) 3 umfassenden Gehäuse 1 mit Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms werden also die Abgase

— von der/den Einströmöffnung(en) 2 durch einen Expansionsraum 4 geführt, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) 2 um ein Mehrfaches übersteigt,

— durch einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel 6, dessen Achse coaxial zur Gehäuseachse 1a ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel 7, dessen Achse coaxial mit der des ersten Zylindermantels 6 ist, und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel 6 aufweist, angeordneten Filtereinsatz 8 geführt, und

— unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) 3 des Gehäuses 1 in Richtung auf das Abgas-stromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems geführt, wobei in dem Verfahren die Abgase im Bereich des Expansionsraum 4 durch eine oder mehrere Filtereinheit(en) 17 zur Filtration der Ab-

gase geführt werden und nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) 17 durch einen zweiten Expansionsraum 15 dem Filtereinsatz/den Filtereinsätzen 8 zugeführt werden, bevor sie durch die Ausströmöffnung(en) 3 ins Abgassystem bzw. ins Freie gelangen.

Gegenüber der Ausführungsform der Europäischen Patentanmeldung Nr. 91 106 907.8 ergeben sich also verfahrensmäßig Unterschiede durch die Passage der Filtereinheit(en) 17. Darüberhinaus wird erfindungsgemäß durch Vergrößerung der Filterfläche der Filtereinheit(en) im Anschluß an den zweiten Expansionsraum eine Verbesserung der Filtrationsleistung erreicht. Diese führt dazu, daß der Austritt von Fasern oder Filtermaterialpartikeln aus den Filtereinsätzen 8 wesentlich reduziert, wenn nicht sogar verhindert werden kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Abgase aus der/den Einströmöffnung(en) (2)

— durch einen Expansionsraum (4) geführt, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) (2) um ein Mehrfaches übersteigt,

— durch mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel (6), dessen Achse coaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel (7), dessen Achse coaxial mit der des ersten Zylindermantels (6) ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel (6) aufweist, angeordneten Filtereinsatz (8) geführt, und

— danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) (3) des Gehäuses (1) in Richtung auf das Abgas-stromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems geführt,

wobei die Abgase durch einen oder mehrere Filtereinsätze (8, 17) geführt werden, in denen die Fasern des Materials in Form eines oder mehrerer Stapel(s) ringförmiger Platten vorliegen, deren Außendurchmesser dem Innendurchmesser des zweiten Zylindermantels (7) und dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des ersten Zylindermantels (6) einpaßgenau entspricht, wobei zwischen den ringförmigen Platten des/der Stapel(s) keine Lücken vorhanden sind, die einen Durchtritt nicht filtrierter Gase erlauben.

Mit Vorteil sind die Einzelfasern in den ringförmigen Platten bzw. in dem Material der Filtereinsätze 8 im wesentlichen in der Richtung angeordnet, die der Durchströmrichtung der Abgase durch die Filtereinsätze entspricht.

In einer weiteren vorteilhaften und damit bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden die Abgase nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) 17 um eine oder mehrere Abgas-stromabwärts zu der/den Filtereinheit(en) 17 angeordnete Stromteiler 16 geleitet. Besonders bevorzugt ist eine Verfahrensführung, in der die Abgase um Stromteiler 16 geleitet werden, die quer zur Strömungsrichtung der Abgase angeordnet sind. Dies ergibt sich beispielsweise aus der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform.

In einer weiteren bevorzugten Verfahrensführung werden die Abgase nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) 17 und gegebenenfalls nach Passieren der Stromteiler 16 mehreren Filtereinsätzen 8 zugeführt. Dadurch wird die für die Filtration der Abgase verfügbare Filterfläche erhöht und damit eine effizientere Fil-

tration unter geringerer Drosselung des Abgasstroms und damit unter weitgehender Vermeidung einer Reduzierung der Motorleistung erreicht. Besonders bevorzugt ist eine Verfahrensführung, in der die Abgase mindestens zwei um je eine Ausströmöffnung 3 angeordneten Filtereinsätzen 8 zugeführt werden. Damit wird in raumsparender Weise eine effiziente Filterung der Abgase erreicht. Die Vergrößerung der Fläche der Filtereinheiten läßt eine Drosselung des Abgasstroms weitgehend vermeiden.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Filtereinrichtung kann in an sich bekannter Weise erfolgen, wobei es als vorteilhaft anzusehen ist, daß die Massenherstellung ohne großen technischen Aufwand realisiert werden kann.

Ein weiterer erheblicher Vorteil ist darin zu sehen, daß sich bei Service- und Überholungsarbeiten sowohl die Einheit mit den Filtereinsätzen 8 als auch die Filtereinheiten 17 wesentlich besser austauschen lassen als dies bei bisher bekannten Filtereinsätzen möglich war. Die erfindungsgemäße Filtereinrichtung führt also neben der verbesserten Reinigung der Abgase auch zu einer Einsparung an Servicezeit dadurch, daß es nicht mehr erforderlich ist, die gesamte Einrichtung zu demontieren und auseinanderzunehmen. Zudem wird eine Verstopfung der Filtermaterialien und damit eine zunehmende Drosselung der Abgasströme durch den katalytischen Abbau, beispielsweise durch Verbrennung, der Stoffe vermieden, die möglicherweise eine Verstopfung hervorrufen könnten. Die Filtereinrichtung der Erfindung ist also auch darin Einrichtungen des Standes der Technik überraschenderweise überlegen.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren im Bereich des Abgassystems zwischen Austritt der Abgase aus dem Verbrennungsraum und Ausströmen in die Umgebung am Auspuff-Endrohr mit einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren, eine oder mehrere Einströmöffnung(en) (2) und einer oder mehrere Ausströmöffnung(en) (3) umfassenden Gehäuse (1) und in dem Gehäuse (1) angeordneten Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms von der/den Einströmöffnung(en) (2) durch

— einen Expansionsraum (4), dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) (2) um ein Mehrfaches übersteigt,

— mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel (6), dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel (7), dessen Achse koaxial mit der des ersten Zylindermantels (6) ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel (6) aufweist, angeordneten Filtereinsatz (8), und

— danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) (3) des Gehäuses (1) in Richtung auf das Abgasstromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems,

wobei die Einrichtung im Bereich des Expansionsraums (4) eine oder mehrere Filtereinheit(en) (17) zur Filtration der Abgase aufweist, die nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) (17) in einen zweiten Expansionsraum (15) strömen, von wo aus sie

zu dem zwischen dem ersten perforierten Zylindermantel (6) und dem zweiten perforierten Zylindermantel (7) angeordneten mindestens einen Filtereinsatz (8) gelangen.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, welche im Expansionsraum (4) vor der/den Filtereinheit(en) (17) angeordnete Vorrichtungen (5a) zur Leitung des Abgasstroms aufweist.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, worin die Vorrichtungen (5a) zur Leitung des Abgasstroms aus einer Ringplatte (5) bestehen, auf der gegebenenfalls kegelringförmige Stromteiler (5a) aufgesetzt sind, wobei die Kegelringspitze entgegen der Anströmrichtung des Abgasstroms weist.

4. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, worin die Filtereinheit(en) (17) aus einem feinporigen Material mit einer Hitzebeständigkeit bestehen, die den Kontakt mit Verbrennungsgasen erlaubt.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, worin die Filtereinheit(en) (17) ein gebranntes anorganisches Oxidmaterial, bevorzugt ein gebranntes Keramikmaterial, besonders bevorzugt ein  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{ZrO}_2$  umfassendes und/oder eines oder mehrere der genannten Oxide enthaltendes Material, umfassen, das gegebenenfalls mit einem oder mehreren Stoffen beaufschlagt ist, die zu einer weiteren Entgiftung der Abgase beitragen.

6. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, worin im zweiten Expansionsraum (15) Stromteiler (16) angeordnet sind, um eine Verteilung des Abgasstroms auf die Zuströme zum Filtereinsatz (8) zu bewirken.

7. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, worin mehrere Filtereinsätze (8) vor der bzw. den Ausströmöffnung(en) (3) angeordnet sind.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, worin zwei Filtereinsätze (8) vor je einer Ausströmöffnung (3) angeordnet sind.

9. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, worin in Abgasstromrichtung vor jedem Filtereinsatz (8) eine Vorrichtung (8a) zum Schutz des Filterguts vor festen Abgasbestandteilen angeordnet ist.

10. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, worin die Ausströmöffnung(en) (3) einen runden oder ovalen Durchmesser aufweist/aufweisen.

11. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, worin das Material des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze (8) hitzebeständige Aluminiumoxidfasern, Siliciumoxidfasern, Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern, Keramikfasern, Cellulosefasern, Glasfasern und deren Mischungen oder Mischungen der genannten Fasern mit anderen hitzebeständigen Fasern umfaßt.

12. Einrichtung zum Filtrieren von Abgasen aus Verbrennungsmotoren im Bereich des Abgassystems zwischen Austritt der Abgase aus dem Verbrennungsraum und Ausströmen in die Umgebung am Auspuff-Endrohr mit einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren, eine oder mehrere Einströmöffnung(en) (2) und einer oder mehrere Ausströmöffnung(en) (3) umfassenden Gehäuse (1) und in dem Gehäuse (1) angeordneten Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms von der/den Einström-



öffnung(en) (2) durch

- einen Expansionsraum (4), dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) (2) um ein Mehrfaches übersteigt, 5
- mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel (6), dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel (7), dessen Achse koaxial mit der des ersten Zylindermantels (6) ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel (6) aufweist, angeordneten Filtereinsatz (8), und 10
- danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) (3) des Gehäuses (1) in Richtung auf das Abgas-stromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems, 15

wobei das Material des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze (8) hitzebeständige Aluminiumoxidfasern, Siliciumoxidfasern, Aluminiumoxid-Siliciumoxid-Fasern, Keramikfasern, Cellulosefasern, Glasfasern und deren Mischungen oder Mischungen der genannten Fasern mit anderen hitzebeständigen Fasern umfaßt. 20

13. Einrichtungen nach Anspruch 12, worin die Fasern des Materials des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze (8, 17) in Form eines oder mehrerer Stapel(s) ringförmiger Platten vorliegt, deren Außendurchmesser dem Innendurchmesser des zweiten Zylindermantels (7) und dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des ersten Zylindermantels (6) einpaßgenau entspricht, wobei zwischen den ringförmigen Platten des/der Stapel(s) keine Lücken vorhanden sind, die einen Durchtritt nicht filtrierter Gase erlauben. 25 30

14. Einrichtungen nach Anspruch 12 oder 13, worin die Einzelfasern in den ringförmigen Platten bzw. in dem Material der Filtereinsätze (8, 17) im wesentlichen in Durchströmrichtung der Abgase durch den Filtereinsatz/die Filtereinsätze angeordnet sind. 35 40

15. Einrichtungen nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, worin das Material des Filtereinsatzes/der Filtereinsätze (8, 17) mit einem oder mehreren Stoffen beaufschlagt ist, die zu einer weiteren Entgiftung der Abgase beitragen. 45

16. Einrichtung nach Anspruch 15, worin Stoffe zur weiteren Entgiftung der Abgase Katalysatoren oder Absorbentien oder Verbundstoffe dieser Materialien sind. 50

17. Einrichtung nach Anspruch 16, worin die Katalysatoren Oxidationskatalysatoren sind, bevorzugt katalytisch wirksame Edelmetalle und/oder Keramikmaterialien. 55

18. Einrichtung nach Anspruch 16, worin die Absorbentien Aktivkohle umfassen. 60

19. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18, worin die Katalysatoren Salze des Kupfers und/oder Silbers und/oder Cobalts und/oder Chroms und/oder Mangans umfassen, bevorzugt Salze des Kupfers, besonders bevorzugt Borate des Kupfers der allgemeinen Formel des Kations  $[Cu(NR^1R^2R^3)_4]^{+}$ , 65

worin  $R^1$ ,  $R^2$  und  $R^3$  gleich oder verschieden sein können und unabhängig voneinander für Wasserstoff, Alkylgruppen mit 1 bis 6 C-Atomen oder Hydroxialkylengruppen mit 1 bis 4 C-Atomen im Alkylrest stehen oder wenigstens zwei der Reste  $R^1$ ,  $R^2$  und  $R^3$  zu einem gesättigten oder ungesättigten

ten heterocyclischen Ringsystem verbunden sind.

20. Verfahren zur Reinigung von Abgasen aus Verbrennungsmotoren durch Filtration in einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren, eine oder mehrere Einströmöffnung(en) (2) und eine oder mehrere Ausströmöffnung(en) (3) umfassenden Gehäuse (1) mit Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms, worin die Abgase aus der/den Einströmöffnung(en) (2)

- durch einen Expansionsraum (4) geführt werden, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) (2) um ein Mehrfaches übersteigt,

- durch mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel (6), dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel (7), dessen Achse koaxial mit der des ersten Zylindermantels (6) ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel (6) aufweist, angeordneten Filtereinsatz (8) geführt werden, und

- danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) (3) des Gehäuses (1) in Richtung auf das Abgas-stromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems geführt werden, 20

wobei in dem Verfahren die Abgase im Bereich des Expansionsraums (4) durch eine oder mehrere Filtereinheit(en) (17) zur Filtration der Abgase geführt werden und nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) (17) durch einen zweiten Expansionsraum (15) dem Filtereinsatz/den Filtereinsätzen (8) zugeführt werden, bevor sie durch die Ausströmöffnung(en) (3) ins Abgassystem bzw. ins Freie gelangen. 25 30

21. Verfahren zur Reinigung von Abgasen aus Verbrennungsmotoren durch Filtration in einem in den Abgasstrom an beliebiger Stelle des Abgassystems montierbaren, eine oder mehrere Einströmöffnung(en) (2) und eine oder mehrere Ausströmöffnung(en) (3) umfassenden Gehäuse (1) mit Einrichtungen zur drosselungsarmen Führung des Abgasstroms, worin die Abgase aus der/den Einströmöffnung(en) (2)

- durch einen Expansionsraum (4) geführt werden, dessen Querschnitt den Strömungsquerschnitt der Einströmöffnung(en) (2) um ein Mehrfaches übersteigt,

- durch mindestens einen zwischen einem ersten perforierten Zylindermantel (6), dessen Achse koaxial zur Gehäuseachse ist, und einem zweiten perforierten Zylindermantel (7), dessen Achse koaxial mit der des ersten Zylindermantels (6) ist und der einen größeren Umfang als der erste Zylindermantel (6) aufweist, angeordneten Filtereinsatz (8) geführt werden, und

- danach unmittelbar zu der/den Ausströmöffnung(en) (3) des Gehäuses (1) in Richtung auf das Abgas-stromabwärts gelegene Auspuff-Endrohr des Abgassystems geführt werden, 35 40

wobei die Abgase durch einen oder mehrere Filtereinsätze (8, 17) geführt werden, in denen die Fasern des Materials in Form eines oder mehrerer Stapel(s) ringförmiger Platten vorliegen, deren Außen-

durchmesser dem Innendurchmesser des zweiten Zylindermantels (7) und dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des ersten Zylindermantels (6) einpaßgenau entspricht, wobei zwischen den ringförmigen Platten des/der Stapel(s) keine 5 Lücken vorhanden sind, die einen Durchtritt nicht filtrierter Gase erlauben.

22. Verfahren nach Anspruch 20, worin die Abgase nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) (17) um einen oder mehrere quer zur Strömungsrichtung 10 der Abgase angeordnete(n) Stromteiler (16) geleitet werden.

23. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 22, worin die Abgase gegebenenfalls nach Austritt aus der/den Filtereinheit(en) (17) und 15 gegebenenfalls nach Passieren der Stromteiler (16) mehreren Filtereinsätzen (8) zugeführt werden.

24. Verfahren nach Anspruch 23, worin die Abgase mindestens zwei um je eine Ausströmöffnung (3) angeordneten Filtereinsätzen (8) zugeführt werden. 20

25. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 24, worin die Einzelfasern in den ringförmigen Platten bzw. in dem Material der Filtereinsätze (8) im wesentlichen in Durchströmrichtung der Abgase durch den Filtereinsatz/die Filter- 25 einsätze angeordnet sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

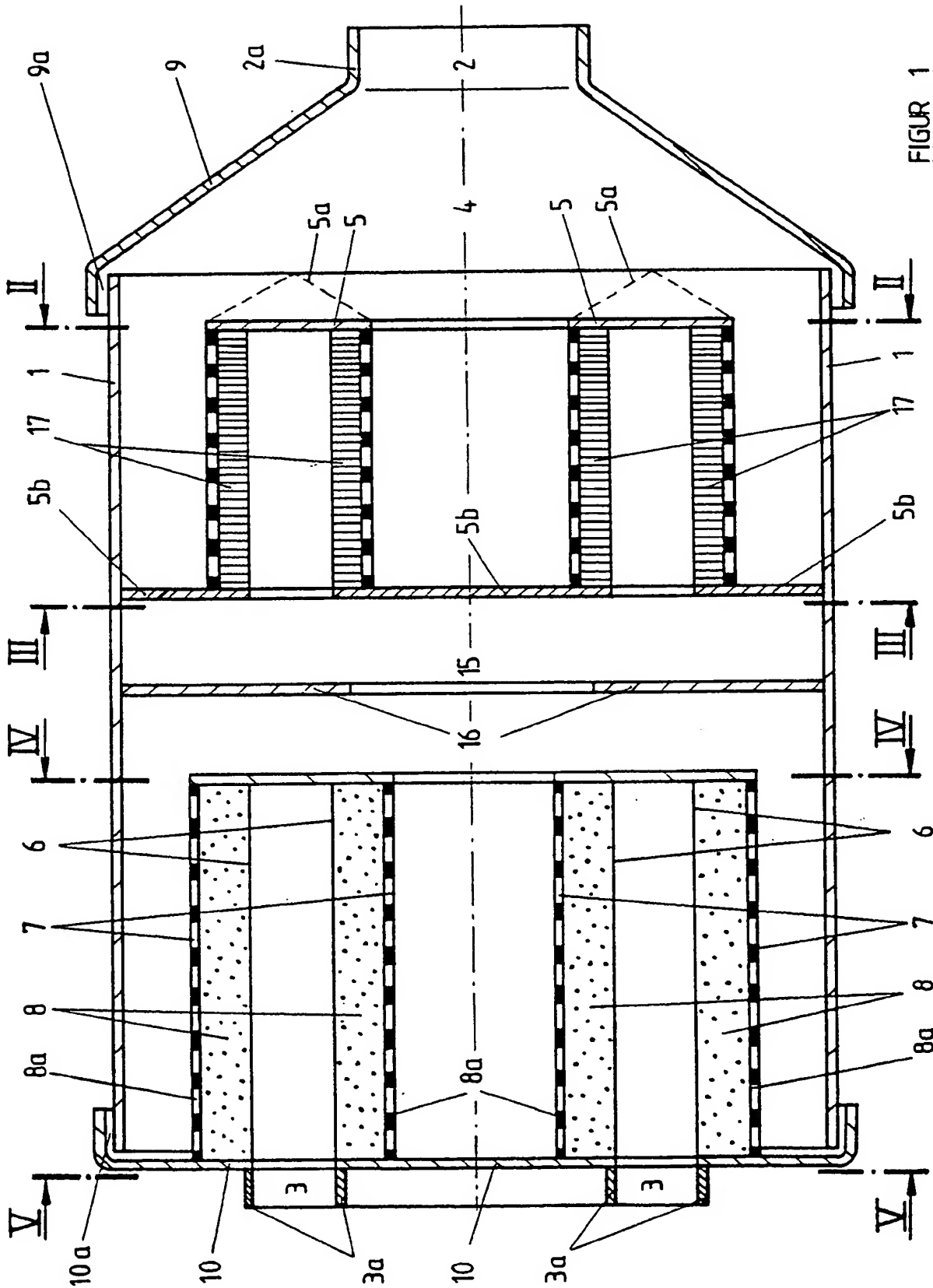
45

50

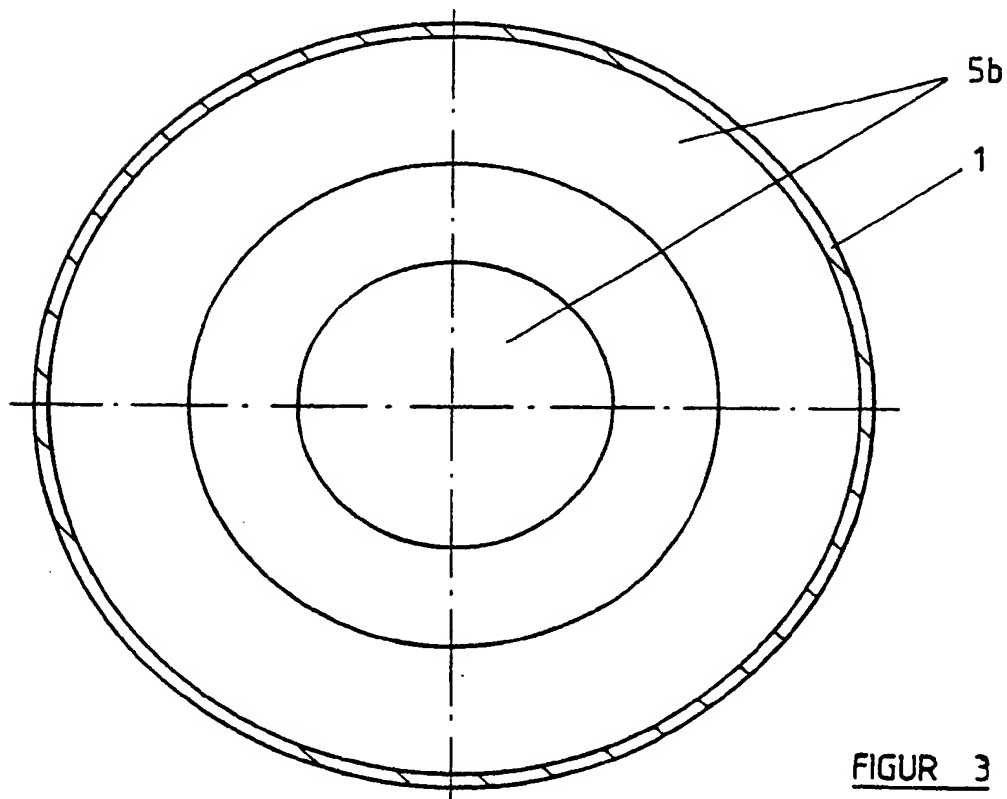
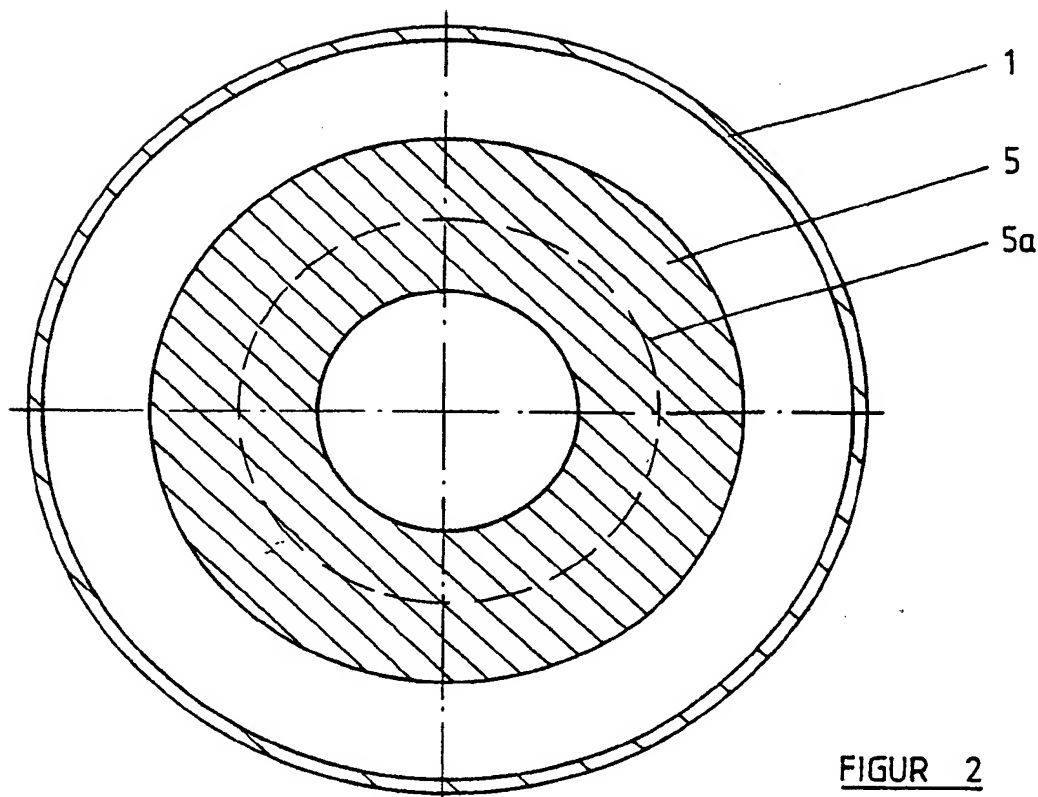
55

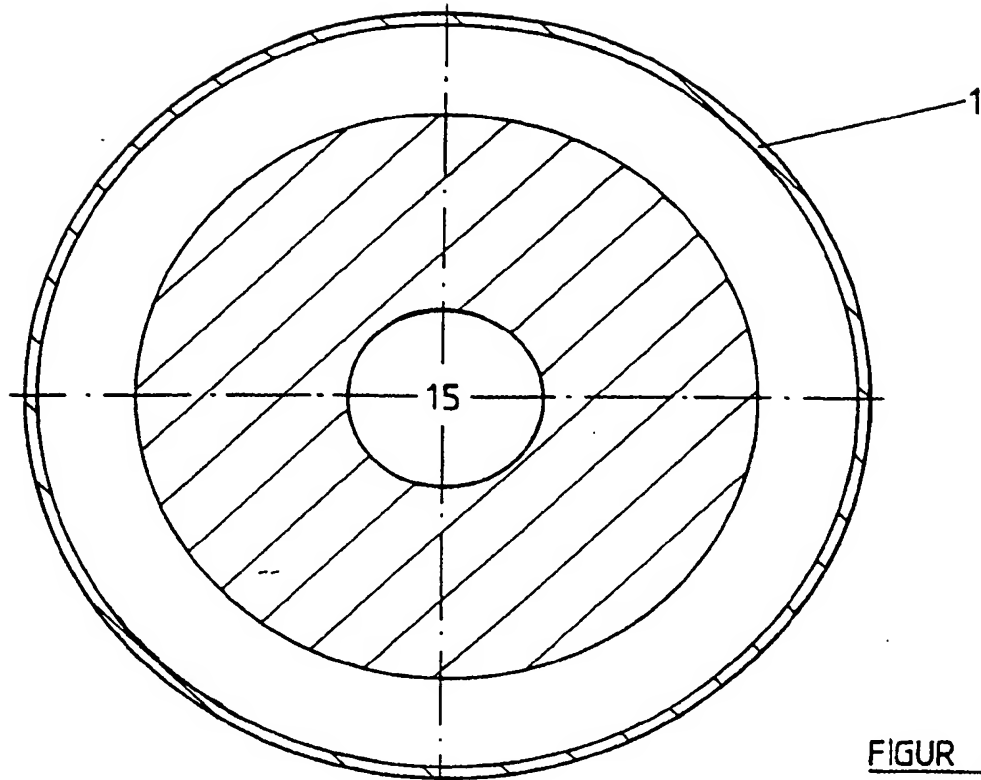
60

65

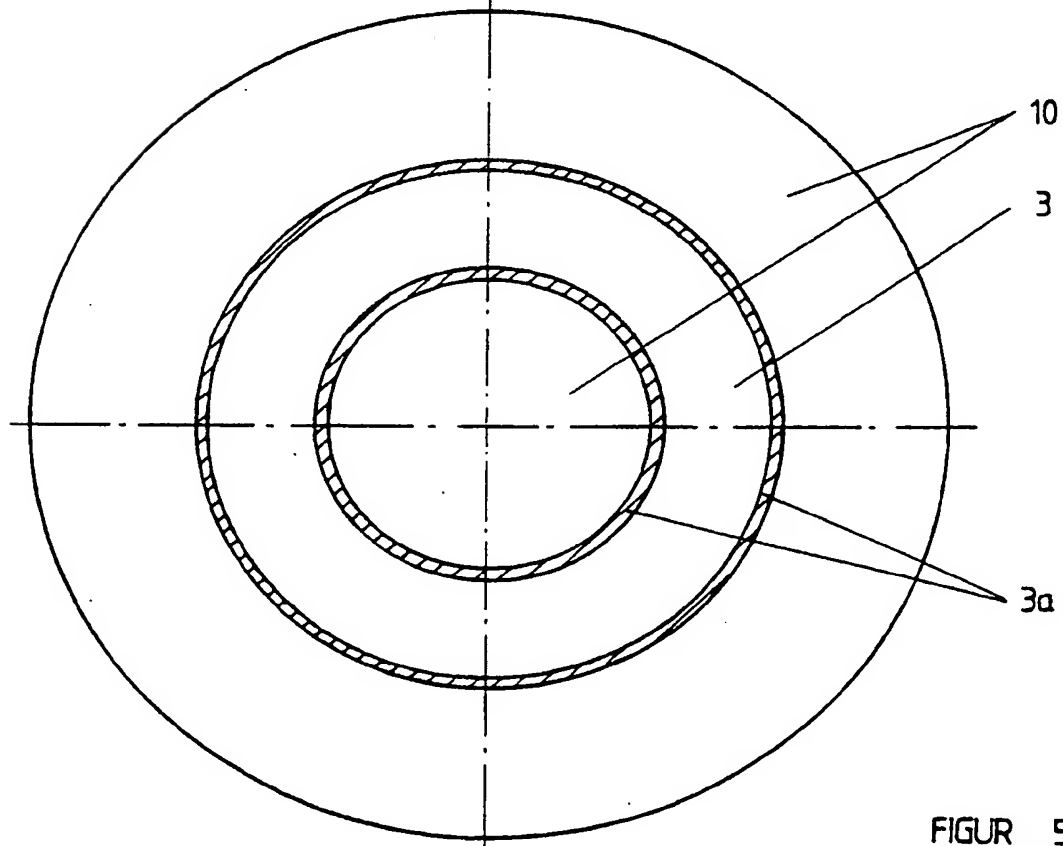


FIGUR 1



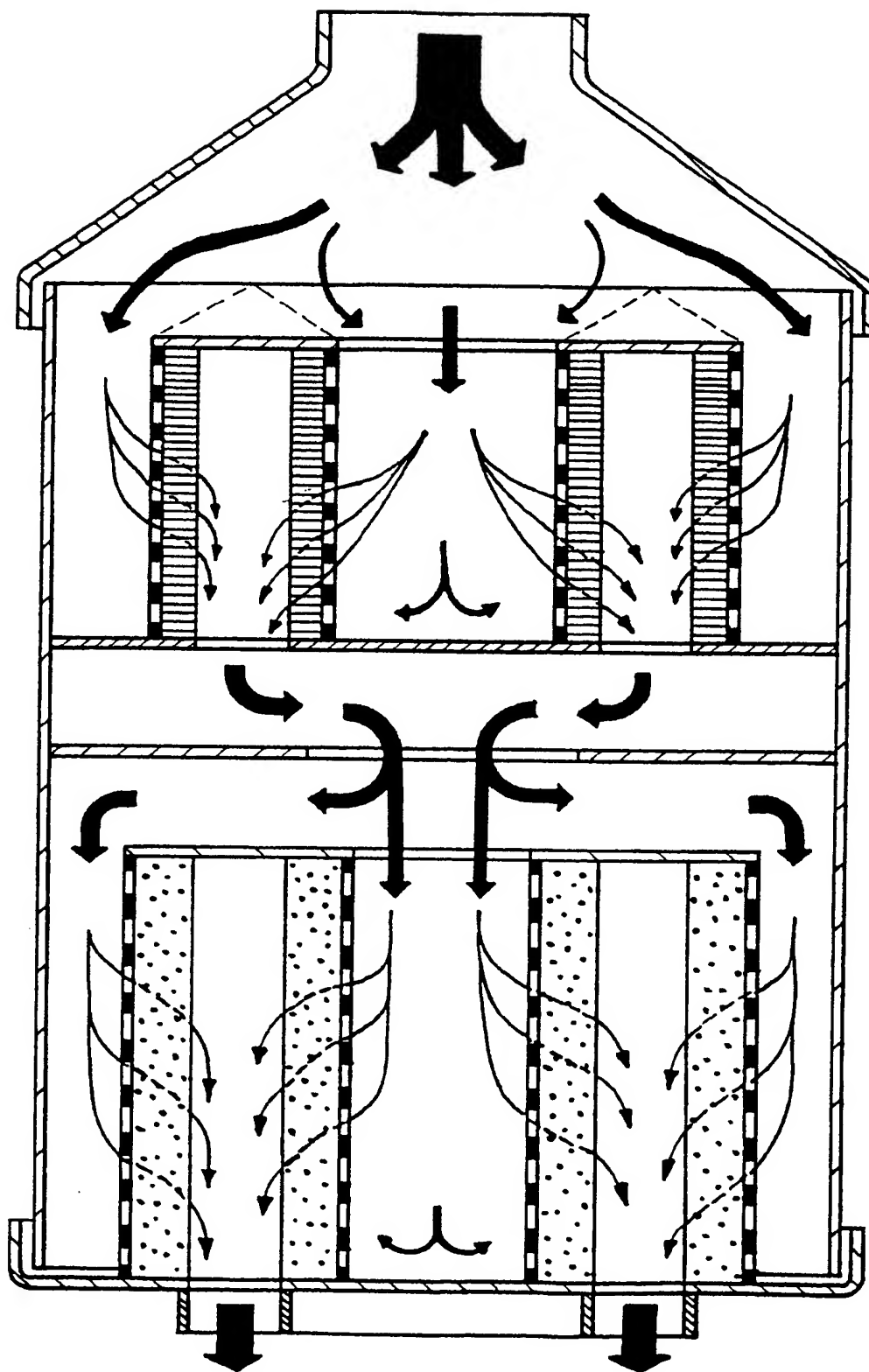


FIGUR 4

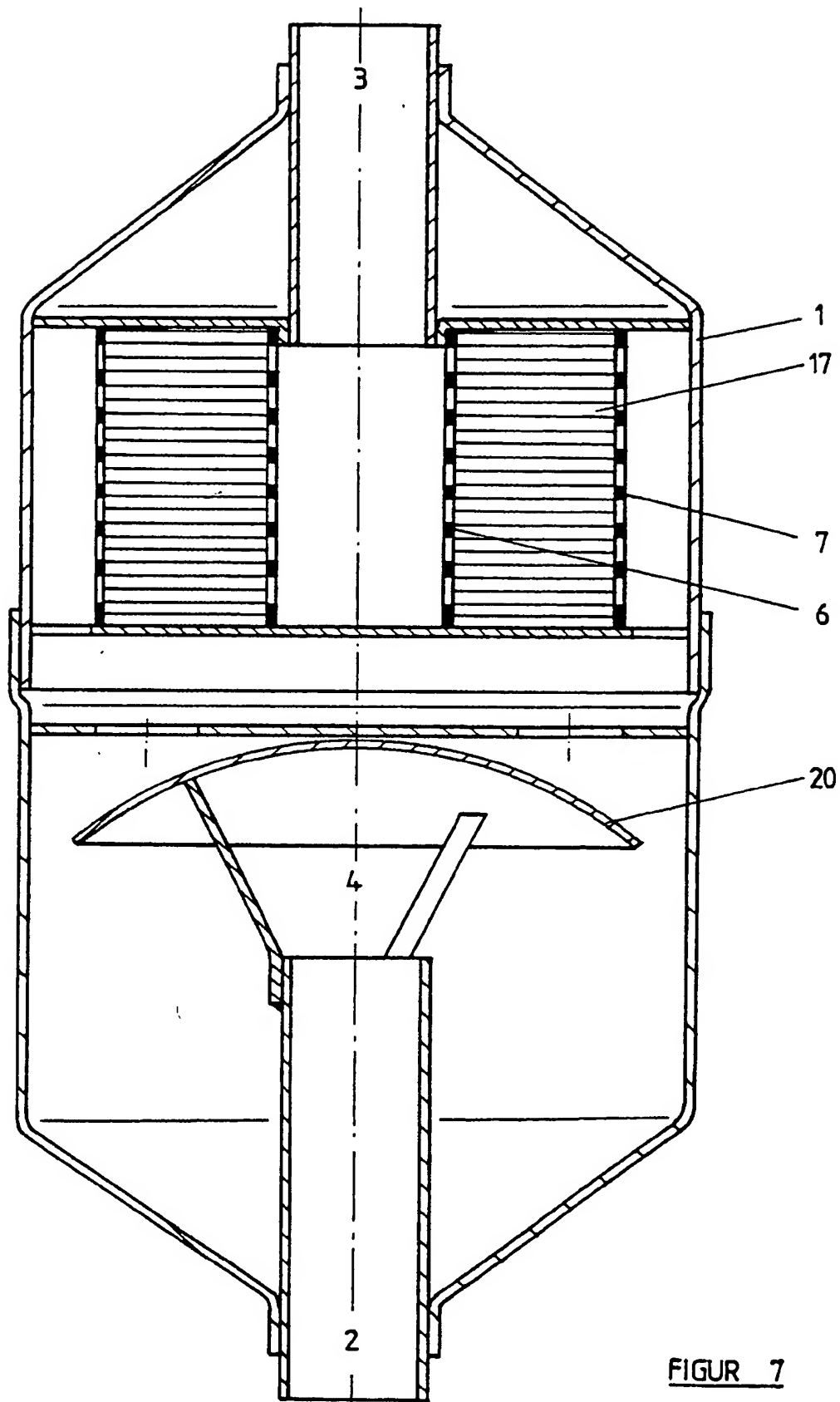


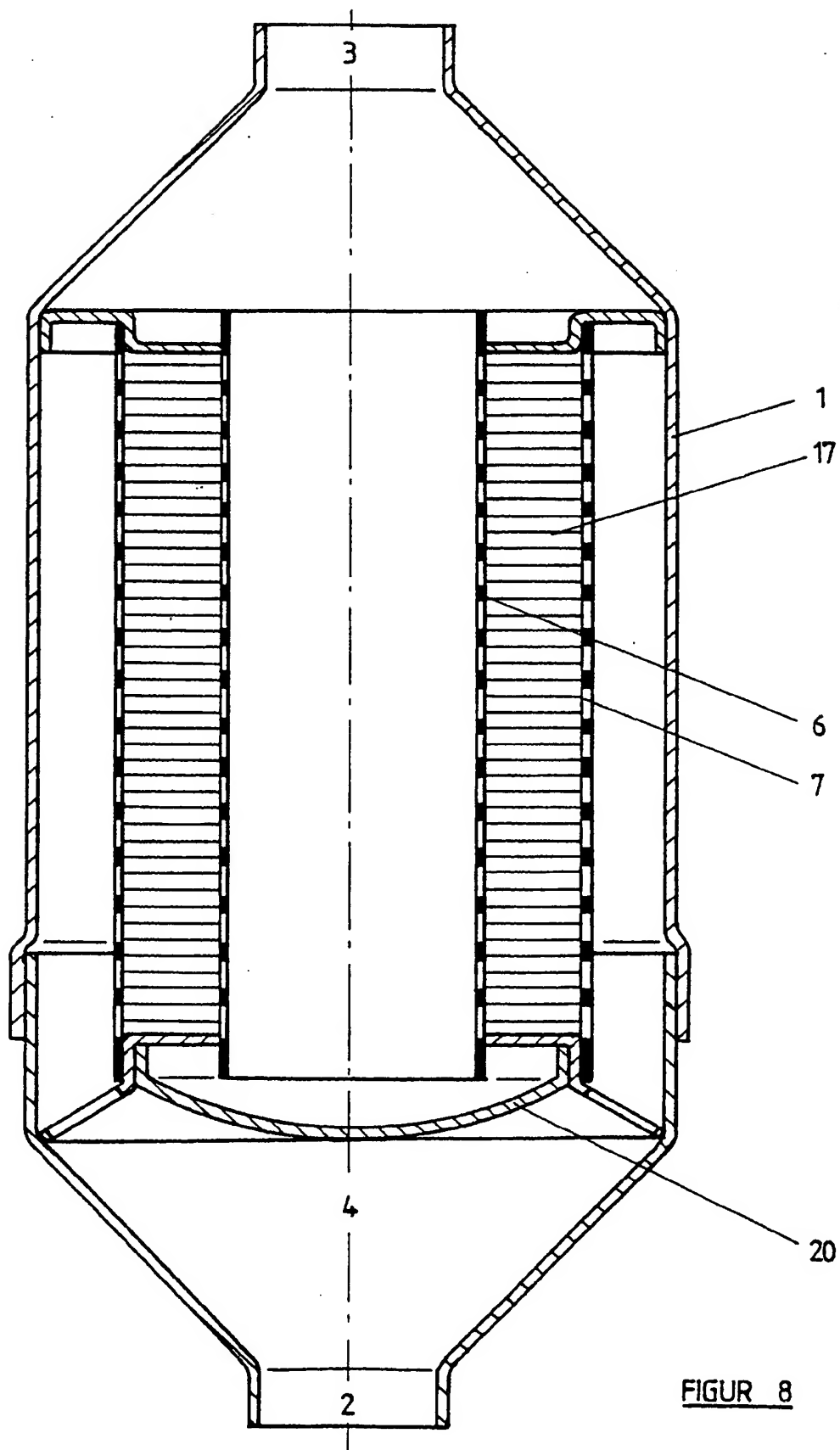
FIGUR 5





FIGUR 6





FIGUR 8